


Interreg
CENTRAL EUROPE



GreenerSites

European Union
European Regional
Development Fund

TAKING
COOPERATION
FORWARD


 Bydgoszcz, styczeń 2019 r.

 Szkolenie dotyczące zanieczyszczeń terenów przemysłowych w ramach projektu GreenerSites pn. Środowiskowa rekultywacja terenów zanieczyszczonych w Europie Środkowej.


 Realizowane na zlecenie Miasta Bydgoszcz przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach



TAKING
COOPERATION
FORWARD

 Bydgoszcz, styczeń 2019 r.

METODY OCENY RYZYKA ZDROWOTNEGO

 Wyznaczanie lokalnych bezpiecznych dla zdrowia zawartości substancji zanieczyszczających w glebie.

 Realizowane na zlecenie Miasta Bydgoszcz przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach



Plan szkolenia



G I G



1. Ocena ryzyka – wprowadzenie, podstawowe informacje (drogi narażenia, scenariusze narażenia)
2. Ocena ryzyka podstawowego (opracowanie zestawu danych, ocena toksyczności, ocena narażenia)
3. Charakterystyka ryzyka.
4. Wyznaczanie lokalnych bezpiecznych dla zdrowia zawartości substancji zanieczyszczających w glebie.



Ocena ryzyka



1. RYZKO ILOŚCIOWE

(QRA, z ang. quantitative risk assessment)

RYZYKO = prawdopodobieństwo x konsekwencje



2. RYZYKO ŚRODOWISKOWE

(ERA, z ang. environmental risk assessment)

a) RYZYKO ZDROWOTNE

(HRA, z ang. human health risk assessment)



RYZYKO = zagrożenie x ekspozycja

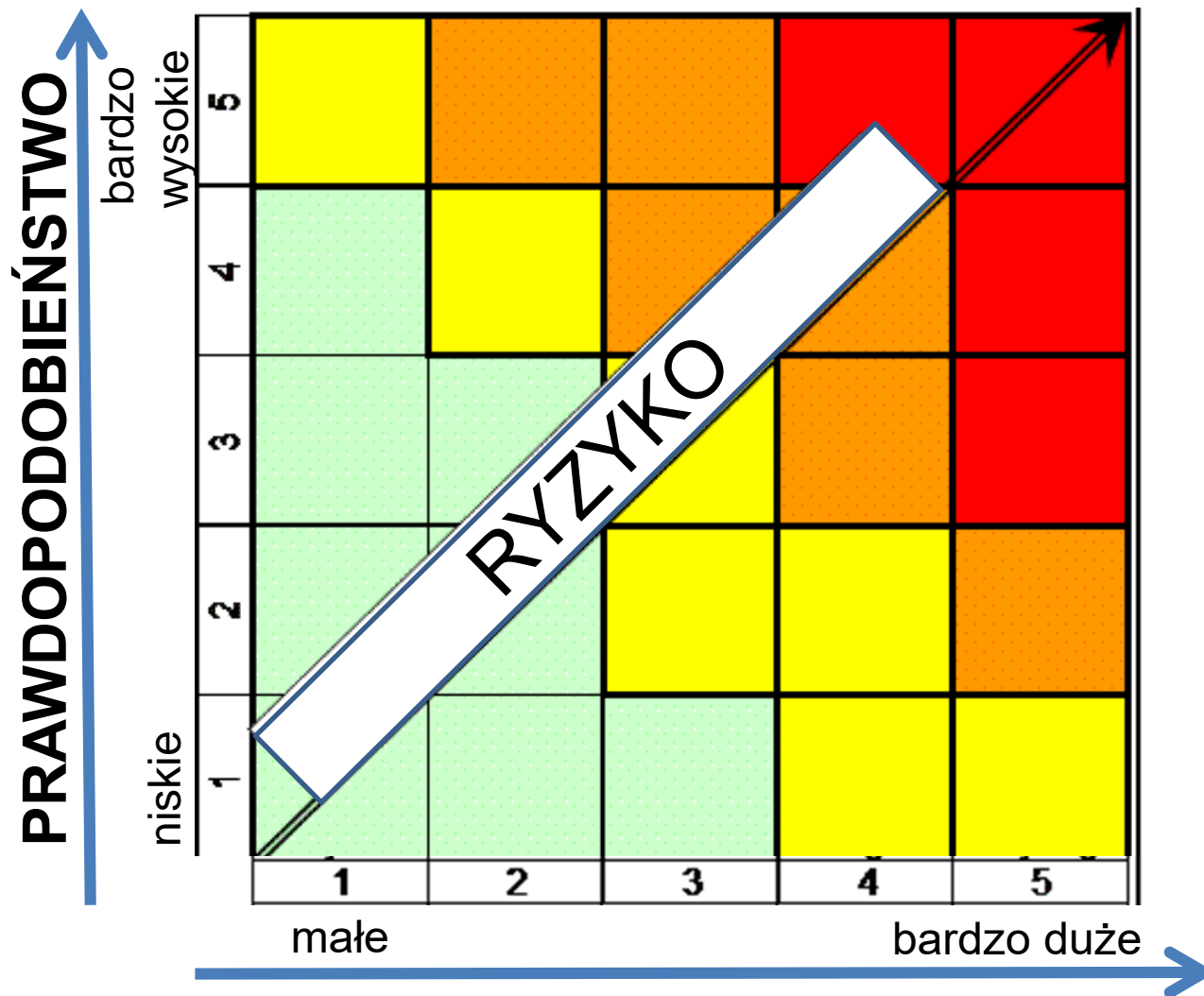
- substancja rakotwórcza,
- nierakotwórcza

b) RYZYKO EKOLOGICZE

(ERA, z ang. ecological risk assessment)



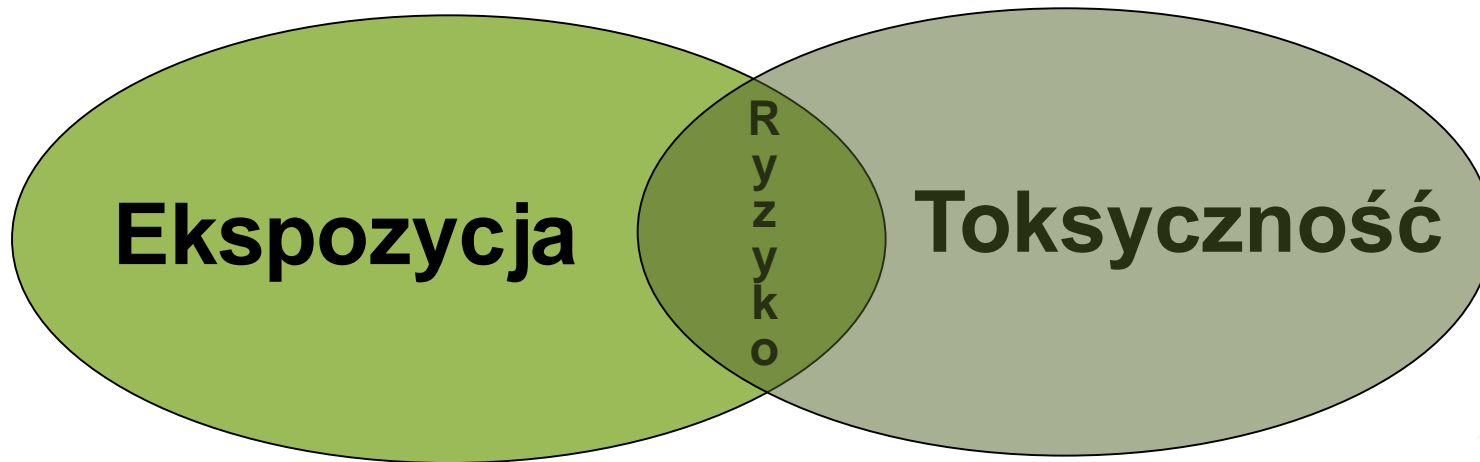
RYZYO ILOŚCIOWE



Ocena ryzyka zdrowotnego



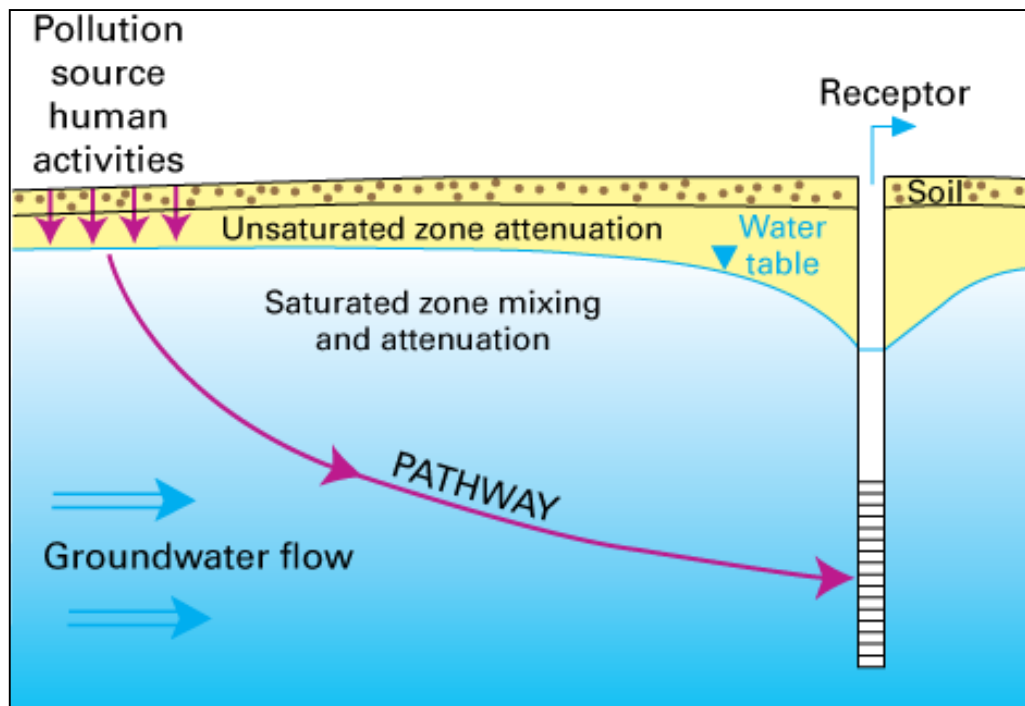
Oszacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia negatywnych skutków zdrowotnych u ludzi lub w populacji w wyniku narażenia na szkodliwe substancje obecne w mediach środowiskowych na danym terenie



Określanie ryzyka – elementy składowe



G I G



RYZYSKO: ŹRÓDŁO – DROGA NARAŻENIA - RECPTOR



Ocena ryzyka: Źródło – droga narażenia - receptor



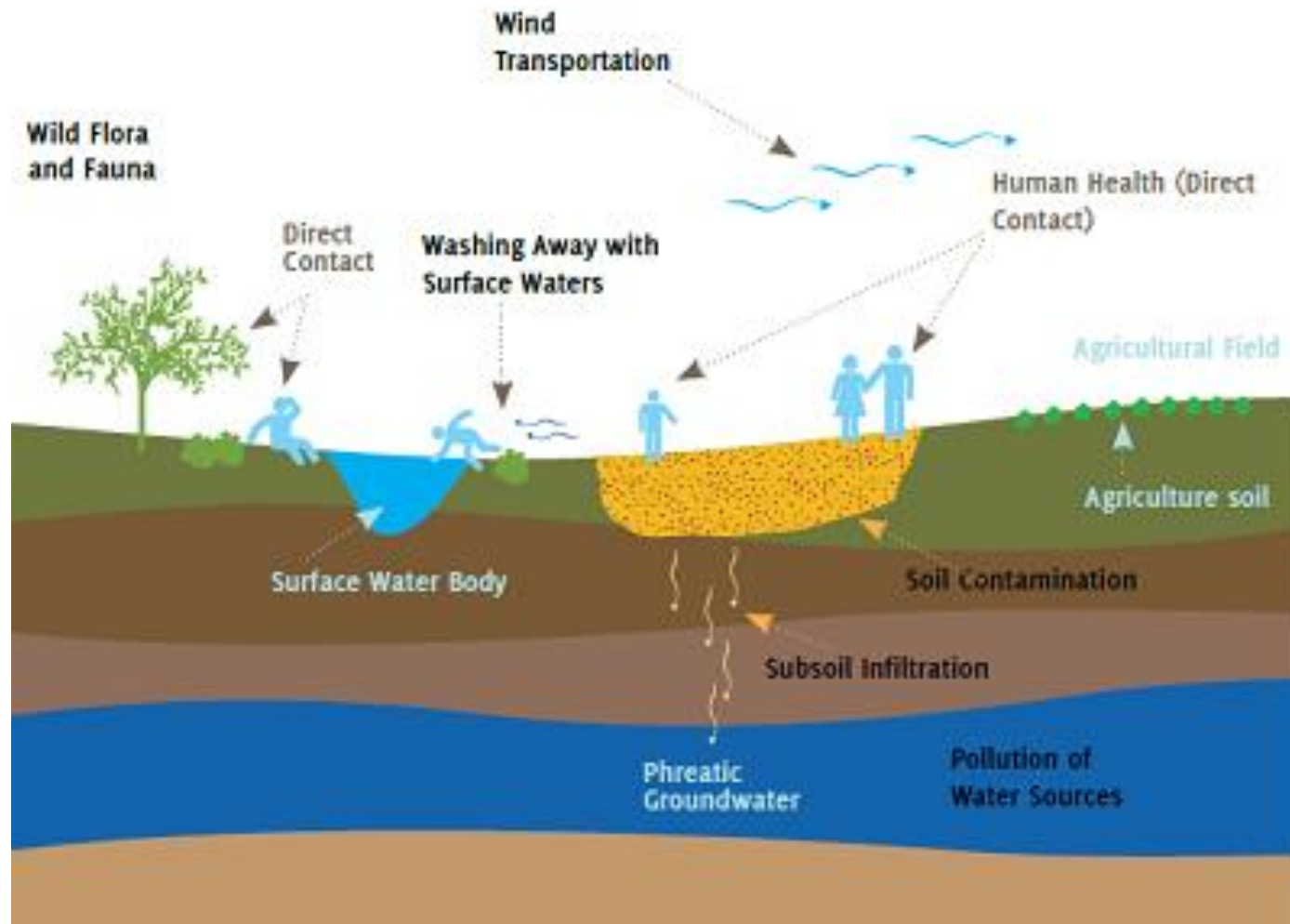
G I G



| Źródło | Droga narażenia | Receptor | Ryzyko |
|----------|-----------------|----------|------------|
| ✓ | ✓ | ✓ | TAK |
| ✓ | ✓ | X | NIE |
| ✓ | X | ✓ | NIE |
| X | ✓ | ✓ | NIE |



Ocena ryzyka – drogi narażenia



Scenariusze narażenia

Ekspozycja na zanieczyszczenie



Droga narażenia

RECEPTOR:
dzieci, dorośli



Czas kontaktu:
Okresowy, stały

Scenariusz przemysłowy:
dorośli



Scenariusz mieszkaniowy:
dzieci i dorośli



Scenariusz rekreacyjny:
dzieci i dorośli





G I G



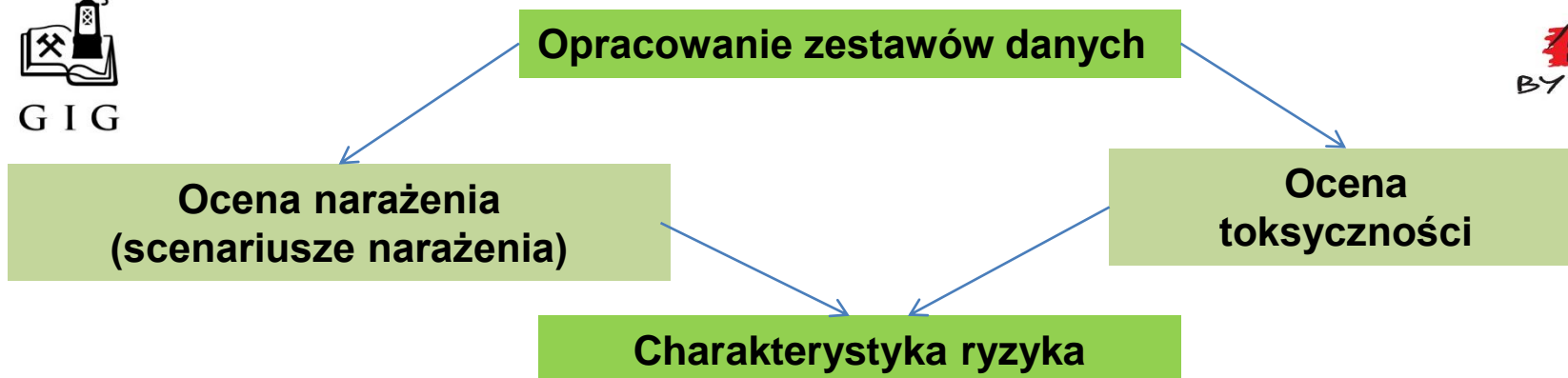
Źródło: in2in.pl



Podstawowa ocena ryzyka zdrowotnego



G I G



Podstawowa ocena ryzyka zdrowotnego

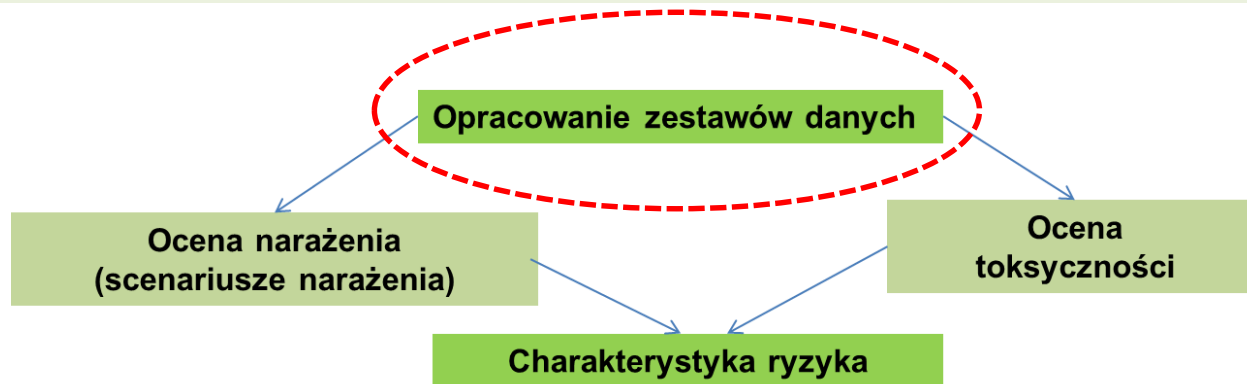
Podstawowa ocena ryzyka zdrowotnego jest analizą potencjalnych negatywnych skutków zdrowotnych, które mogą wystąpić w wyniku narażenia na szkodliwe substancje obecne w mediach środowiskowych na danym terenie.

Proces podstawowej oceny ryzyka zdrowotnego składa się z następujących faz:

- opracowanie zestawu danych,
- oceny narażenia,
- oceny toksyczności substancji,
- charakterystyki ryzyka.



Opracowanie zestawu danych



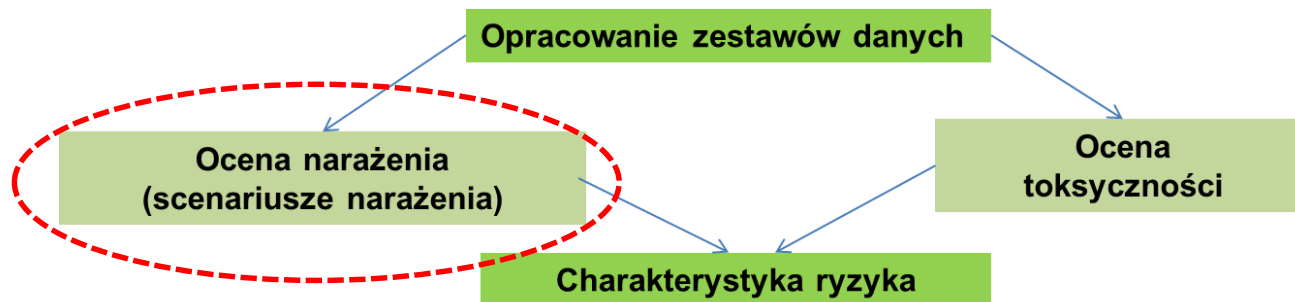
Opracowanie zestawu danych

Etap ten obejmuje:

- przegląd danych historycznych o zanieczyszczonym terenie,
- wytypowanie i zestawienie substancji zanieczyszczających,
- wstępną identyfikację receptorów i szlaków narażenia,
- opracowanie strategii poboru prób (lokalizacja punktów poboru, dobór metody poboru),
- ocenę jakości danych pomiarowych,
- zebranie aktualnych danych o właściwościach fizykochemicznych substancji zanieczyszczających,
- przygotowanie danych wejściowych.



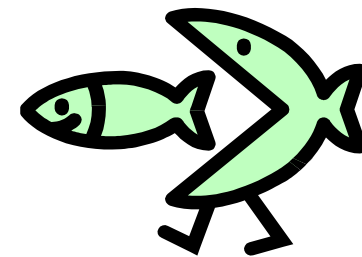
Ocena narażenia



Ocena narażenia

Ocena narażenia ludzi składa się z trzech etapów:

- oceny i charakterystyki zanieczyszczonego środowiska
- identyfikacji szlaków narażenia (określenie źródeł i mechanizmu uwalniania się zanieczyszczeń, miejsc kontaktu i dróg narażenia),
- oszacowania wielkości narażenia (obliczenie dawek pobranych, częstotliwości, czasu trwania),
- opracowanie scenariuszy narażenia.



Scenariusze narażenia



G I G



| Szlak narażenia | Scenariusz narażenia | |
|---|----------------------|-------------|
| | Mieszkaniowy | Rekreacyjny |
| Przypadkowe spożycie zanieczyszczonej gleby | X | X |
| Kontakt poprzez skórę z zanieczyszczoną glebą | X | X |
| Wdychanie cząstek zanieczyszczonej gleby | X | X |
| Wdychanie par substancji lotnych ulatniających się z zanieczyszczonej gleby | X | X |
| Spożycie zanieczyszczonej wody | X | |
| Kontakt poprzez skórę z zanieczyszczoną wodą | X | |
| Wdychanie par lotnych substancji podczas kontaktu z wodą | X | |



Ocena toksyczności



G I G



Ocena toksyczności

Ocena toksyczności polega na zebraniu ilościowych i jakościowych danych dotyczących toksyczności substancji, w tym informacji o miarach toksyczności.

Miarą toksyczności substancji rakotwórczych jest współczynnik nachylenia (SF) lub ryzyko jednostkowe (UR), a substancji nierakotwórczych – dawka referencyjna (RfD) lub stężenie referencyjne (RfC).



Ocena toksyczności: Substancje progowe, bezprogowe



Substancje o działaniu progowym to takie, których toksyczne działanie obserwuje się powyżej pewnego stężenia (progu), poniżej zaś tego progu nie stwierdza się ich szkodliwości.



NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) — **najwyższy poziom narażenia (dawka)**, przy którym nie obserwuje się zwiększenia częstości szkodliwych efektów.

LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*) **najniższy poziom narażenia (dawka)**, przy którym stwierdza się występowanie zwiększenia częstotliwości szkodliwych efektów.

Na podstawie progu toksyczności wyznacza się **dawkę referencyjną RfD** (*Reference Dose*).

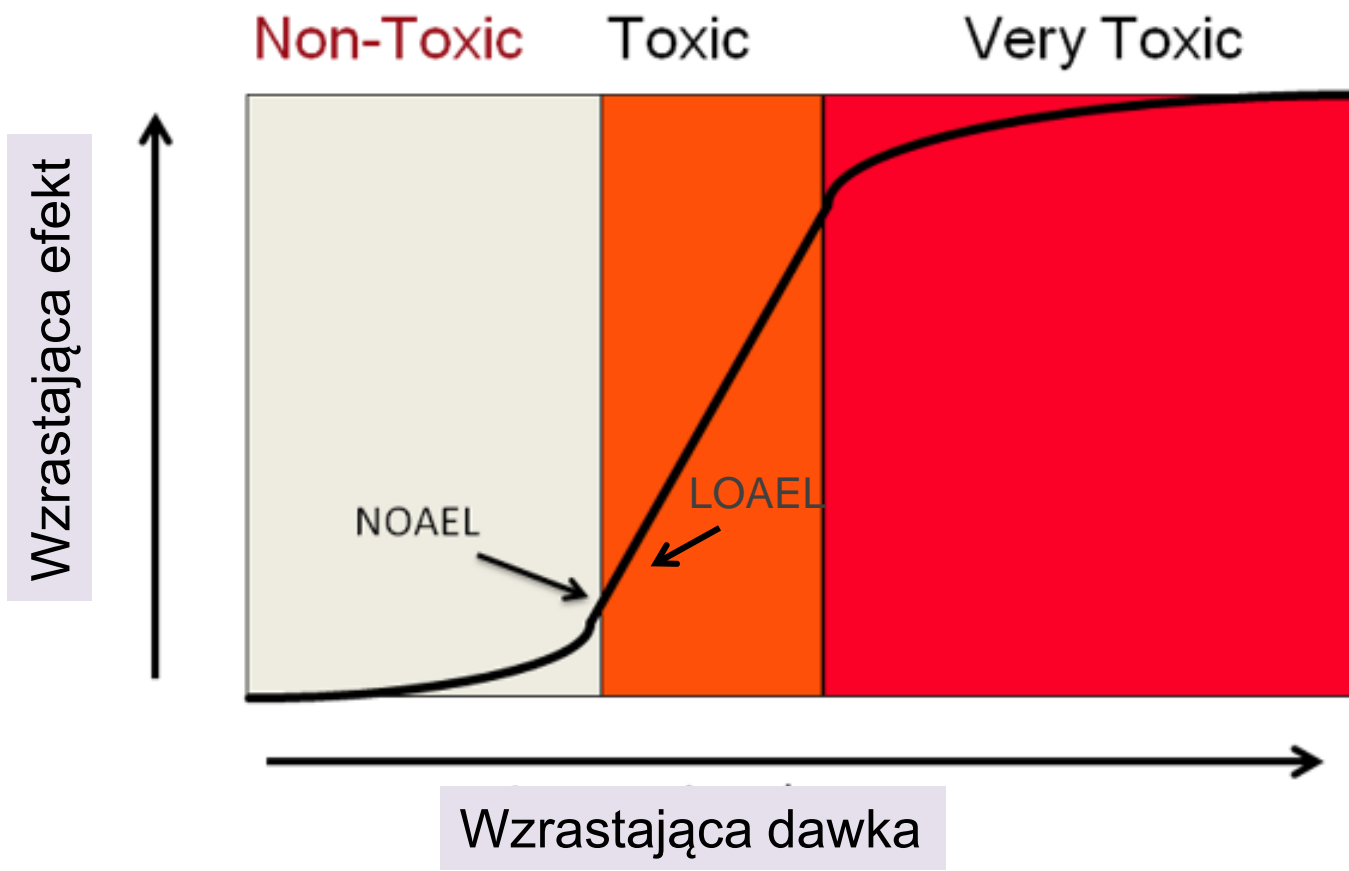
Substancje o działaniu bezprogowym mogą wywołać szkodliwe efekty zdrowotne niezależne od wielkości stężenia, w jakim występują.



Charakterystyka ryzyka



G I G



Charakterystyka ryzyka



CHARAKTERYSTYKA RYZYKA

DROGA NARAŻENIA

- Inhalacja,
- Spożycie,
- Kontakt

OCENA TOKSYCZNOŚCI Substancji zanieczyszczającej

Rakotwórcza
•współczynnik
nachylenia

Nierakotwórcza
• RfD, NOAEL,
LOAEL

Ryzyko
rakotwórcze

Ryzyko
nierakotwórcze



Dawka pobrana



Dawka pobrana to ilości substancji szkodliwej, z którą styka się organizm na danej drodze narażenia w ciągu doby w przeliczeniu na 1 kg masy ciała.



$$D(CDI) = C \frac{WK}{MC} \frac{CN \cdot DN}{T},$$

gdzie:

D - dawka pobrana substancji, $D = CDI$ (*Chronic Daily Intake*) [mg/(kg m.c.d)];

C - stężenie substancji chemicznej w danym medium środowiskowym [mg/m³ powietrza, mg/dm³ wody, mg/kg gleby];

WK - wielkość kontaktu z danym medium środowiskowym w jednostce czasu [dm³ wody/d, mg gleby/d, m³ powietrza/d];

CN - częstotliwość narażenia, np. codziennie;

DN - długość okresu narażenia, np. całe życie;

MC – masa ciała [kg] (standardowo 70 kg);

T – okres uśrednienia, za który najczęściej przyjmuje się 70 lat. 365 dni w roku w wypadku całodziennego chronicznego narażenia.



Dawka pobrana



G I G



| Parametr | Jednostka | Scenariusz mieszkaniowy | | Scenariusz przemysłowy |
|--|---------------------------|-------------------------|---------|------------------------|
| | | Dzieci | Dorośli | Dorośli |
| Częstotliwość narażenia | dni/rok | 350 | 350 | 240 |
| Czas trwania narażenia | lata | 6 | 24 | 40 |
| Masa ciała | kg | 15 | 70 | 70 |
| Wskaźnik dobowego przypadkowego spożycia gleby | mg/dzień | 200 | 100 | 100 |
| Powierzchnia skóry w kontakcie z glebą | cm ² | 2 800 | 5 700 | 3 300 |
| Współczynnik przyczepności gleby do skóry | mg/cm ² /dzień | 0,2 | 0,07 | 0,2 |
| Czas narażenia | godz/dzień | 24 | 24 | 8 |

Źródło: in2in.pl





G I G

Ryzyko nierakotwórcze (HQ)



Ryzyko nierakotwórcze to ilość obliczonych dawek substancji zanieczyszczających pobranych poszczególnymi drogami narażenia w odniesieniu do dawek referencyjnych (RfD). Wynik przedstawiany jest w postaci ilorazu zagrożenia (HQ).

$$HQ = \frac{CDI}{RfD}$$

gdzie:

CDI – dawka substancji nierakotwórczej pobrana daną drogą narażenia (mg/kg/dzień)

RfD – dawka referencyjna (mg/kg/dzień).





Dawka referencyjna (RfD) [mg/(kg m.c.d)]



To oszacowanie wielkości dziennego narażenia (najczęściej jako dawki pobranej) populacji ludzkiej, włącznie z grupami nadwrażliwymi, które nie powinno spowodować występowania zauważalnego ryzyka powstawania szkodliwych efektów zdrowotnych w ciągu całego życia.

$$RfD = \frac{NOAEL \text{ lub } LOAEL}{UF_{1-4} \cdot D},$$

- UF1-4 – współczynnik niepewności (margines bezpieczeństwa); ($UF_{1-4} \leq 10$);
- UF1 – uwzględnia zmienność gatunkową przy ekstrapolacji ze zwierząt na ludzi;
- UF2 – uwzględnia zmienność osobniczą wewnątrz populacji ludzkiej;
- UF3 – jest wykorzystywany przy ekstrapolacji danych z badań warunków podprzewlekłych do warunków przewlekłych;
- D - współczynnik modyfikujący (uwzględnia inne niepewności).





G I G

Ryzyko rakotwórcze (CR)



Ryzyko rakotwórcze jest szacowane jako prawdopodobieństwo zachorowania na raka w okresie całego życia, jako wynik narażenia na daną substancję rakotwórczą daną drogą narażenia. Do tego celu wykorzystuje się następujący wzór:

$$CR = CDI \times SF$$

gdzie:

CDI – dawka substancji rakotwórczej pobrana daną drogą narażenia, uśredniona dla 70 lat życia człowieka (mg/kg/dzień)

SF – współczynnik nachylenia odpowiedni dla danej drogi narażenia (mg/kg/dzień)⁻¹.





G I G

Wskaźnik zagrożenia (HI – Hazard Index)



W przypadku narażenia na liczne substancje kilkoma drogami narażenia dokonuje się sumowania ilorazów zagrożeń, otrzymując **wskaźnik zagrożenia**.

$$HI = HQ1 + HQ2 + \dots + HQn$$

Całkowite ryzyko rakotwórcze ($CR_{całk}$) oblicza się sumując ryzyka obliczone dla poszczególnych kancerogenów, a następnie porównuje z poziomem ryzyka akceptowalnego (dopuszczalnego).

$$CR_{całk} = CR1 + CR2 + \dots + CRn$$

RYZYKO AKCEPTOWALNE

Jako poziom ryzyka akceptowalnego przyjmuje się najczęściej wartości z zakresu:

$$1 \times 10^{-6} \text{ do } 1 \times 10^{-4}$$





G I G



Źródło: in2in.pl



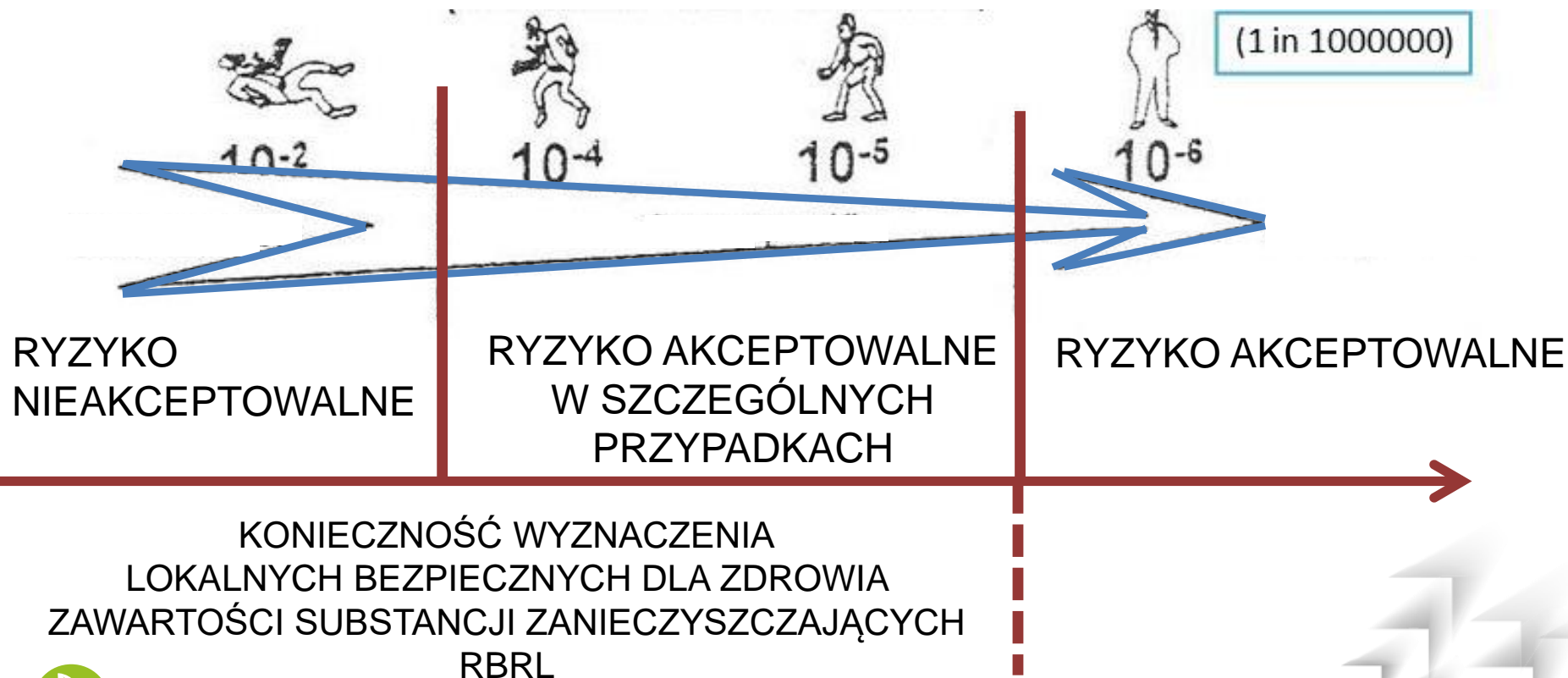
Ryzyko akceptowalne



G I G



POZIOM RYZYKA





Lokalne bezpieczne dla zdrowia zawartości substancji zanieczyszczających (RBRL) liczy się w oparciu o ustaloną wartość ryzyka docelowego (TR), przy uwzględnieniu lokalnych warunków środowiskowych i warunków narażenia w ramach określonego scenariusza narażenia.



$$\text{RBRL} = C \times \frac{\text{TR}}{\text{Ryzyko obliczone}}$$

gdzie:

C – zawartość substancji zanieczyszczającej w danym medium (glebie lub wodzie podziemnej), (mg/kg lub mg/l)

TR – ryzyko docelowe – rakotwórcze (np. 1×10^{-6}), lub nierakotwórcze (np. HQ lub HI mniejszy lub równy 1).

Ryzyko obliczone - ryzyko rakotwórcze (CR) lub nierakotwórcze (HQ) obliczone dla danej substancji zanieczyszczającej w danym medium (glebie lub wodzie podziemnej).



Wyznaczanie RBRL



Etapy wyznaczania LOKALNEGO KRYTERIUM REMEDIACYJNEGO:



1. Obliczanie RBRL oddzielnie dla nierakotwórczych i rakotwórczych efektów działania substancji, oddzielnie dla narażenia drogą pokarmową/przezskórną i drogą oddechową.
2. Porównanie wszystkich rodzajów RBRL obliczonych dla danej substancji.
3. Wybór najniższego stężenia RBRL jako lokalnego kryterium remediacyjnego – $RBRL_{remed}$.
4. Porównanie najniższej wartości RBRL z wyznaczoną wartością tła w glebie/wodzie podziemnej.





G I G

SKORYGOWANE LOKALNE BEZPIECZNE DLA ZDROWIA ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI TOKSYCZNYCH (ARBRL)



Obliczanie ARBRL jest konieczne, jeżeli więcej niż jedna substancja oddziałuje toksycznie na ten sam narząd (układ) docelowy lub działa wg tego samego mechanizmu.

$$ARBRL = RBRL/n,$$

gdzie:

RBRL – lokalna, bezpieczna dla zdrowia zawartość substancji zanieczyszczającej w glebie lub wodzie podziemnej (narażenie drogą pokarmową/absorpcji przezskórnej lub narażenia drogą inhalacyjną),

n – liczba substancji toksycznych powodujących efekty krytyczne w tym samym narządzie (układzie).





G I G



Źródło: in2in.pl



Dziękujemy za uwagę
zapraszamy do dyskusji

Główny Instytut Górnictwa
www.gig.eu

